

FÍSICA

Este es un informe suplementario posterior a la convocatoria de mayo de 2010 y debe ser leído conjuntamente con el informe general de la monografía de mayo de 2009.

Bandas de calificación

Calificación final:	E	D	C	B	A
Puntuaciones:	0 - 7	8 - 15	16 - 22	23 - 28	29 - 36

Ámbito y adecuación del trabajo entregado

Hubo evidencias claras de que los alumnos y los supervisores tuvieron en cuenta los criterios sobre monografías, así como la información proporcionada en la Guía. Se constató el entusiasmo y la dedicación de la mayoría de los alumnos. Muchos supervisores hicieron observaciones (bien apreciadas) obtenidas de *viva voz* para ilustrar sus comentarios en la portada.

En general, los temas estaban bien elegidos, aún en el caso de aquellos alumnos que no lograron desarrollar completamente a lo largo del ensayo lo que habían planificado inicialmente. El amplio rango de los ensayos varió en calidad desde excelente hasta muy pobre. Algunos alumnos presentaron trabajos experimentales más adecuados para investigaciones de evaluación interna llevadas a cabo fácilmente en una única sesión de laboratorio. Raramente se presentaron temas altamente inadecuados (viaje en el tiempo, el gato de Schrödinger, la materia oscura, ingeniería planetaria). Como es habitual, la selección de la pregunta de investigación mostró su importancia fundamental en términos de hacer posible una investigación adecuada o convertirse en un cúmulo de información básica inmanejable. Muchas monografías presentan aún el esquema de un informe de laboratorio en el que los alumnos parecen estructurar su trabajo según las pautas que marcan los descriptores de la Evaluación Interna, en vez de los criterios de las monografías.

Se cubrió un amplio rango de temas que incluía aerodinámica potencialmente compleja (hoyuelos en planos aerodinámicos, estabilidad de aviones y paracaídas, arrastre de un volante o pluma de bádminton, movimiento de proyectiles en los deportes...), astrofísica (ocultación de un asteroide), deportes (artes marciales, rugby, tiro con arco, bates de béisbol, navegación, baloncesto...), ondas y música (frecuencias sonoras y distorsión en el violín y la guitarra, forma de la campana y sonido metálico, resonancia en botellas y cristales...), mecánica (límite elástico, posición del mástil y empuje sobre la vela, resonancia en modelos de puentes, energía del viento, disco de aire en hockey, ondas de sufing, potencia y giro del ángulo de ataque de las palas del rotor, forma de los parachoques...), gas (efectos del nitrógeno sobre un balón de baloncesto), electricidad y magnetismo (baterías recargables, tren de levitación, tormentas verdes...), respuesta espectral de células solares, aislantes domésticos, rendimiento de combustibles nucleares, turbinas, bombillas... Entre los temas interesantes e innovadores se encontraban: *El vuelo de las semillas de arce*, *Longitud de tensado en el tiro con arco*, *Modelización del alumbrado de una calle*, *Energía del viento en*

Pakistán, Sensibilidad a la longitud de onda de las células solares. En particular, las mejores monografías combinaron teoría, experimentación e iteración.

El interés personal puede jugar un papel positivo en la selección y ejecución de un tema, pero también puede ser una experiencia lamentable si el alumno sigue ciegamente una vía con poca física relevante involucrada o una obtención de datos problemática. El uso de Internet parecía animar la reproducción de información en vez del argumento y el análisis. Era esperable la evaluación crítica de las fuentes y las citas originales. La investigación experimental obtuvo el mayor éxito, posiblemente porque era/se consideraba más fácil para dar respuesta adecuada a todos los criterios. Hubo algunos casos de alumnos involucrados en investigaciones avanzadas, en departamentos universitarios. En muchos de esos casos, resulta difícil evaluar el nivel de comprensión real y la verdadera contribución del alumno. Normalmente, las mejores monografías resultan accesibles a otros alumnos y, ciertamente, a su supervisor y al examinador. Algunas de las monografías parecían más bien Tesis Doctorales presentadas a expertos de un estrecho campo de estudio. Tal planteamiento no es lo que se espera para una monografía en física. “Las monografías basadas en investigaciones realizadas por los alumnos en institutos de investigación o universidades, con la orientación de un supervisor externo, deben ir acompañadas de una carta donde se describa la naturaleza de la supervisión y el grado de orientación proporcionado.” (Guía de la Monografía 2009, p 60)

Con el uso de Internet, los aspectos teóricos de los temas de investigación resultan ahora más completos. Sin embargo, las monografías no siempre sintetizan la información como debieran y se pierde mucho en consideraciones colaterales. Hay una perceptible mejora en la manipulación de incertidumbres y cifras significativas. Aún así, hubo dificultades que se repetían e.g. no identificar el origen de las incertidumbres, no indicar las cifras decimales en los resultados medidos de modo coincidente con las medidas dadas a las incertidumbres e.g. (2,4 + 0,05) cm asociadas (error común en tablas), acarrear gran número de cifras decimales antes de finalizar los cálculos o no ser capaz de determinar la incertidumbre del valor **medio**. La diferencia entre los valores máximo y mínimo, dividida por dos, no representa estadísticamente el rango de incertidumbre del valor **medio**, sino el rango de incertidumbre global de los valores brutos. En la propagación de errores se hicieron algunos esfuerzos interesantes.

Desempeño de los alumnos con relación a cada criterio

El propósito de esta sección del informe es destacar las áreas que requieren mejoras. Puede que suene negativo; sin embargo, ello no debe ensombrecer los excelentes trabajos presentados por muchos alumnos.

A: Formulación del problema de investigación

La inmensa mayoría de los alumnos presentaron un Problema de Investigación (en adelante PI) adecuado, bien definido y establecido claramente. Algunos perdieron puntos por no incluirlo en la introducción, pensando posiblemente que era suficiente que el PI figurara en el título de la página. Algunos PIs eran demasiado vagos y/o no estaban bien enfocados. El PI no debería ser sólo una repetición del título de la monografía, sino estar cuidadosamente “desempaquetado” y matizado. El PI no debería estar incluido en el título.

B: Introducción

Se presentaron un buen número de introducciones consistentes. Sin embargo, hubo varios puntos débiles que se repitieron. Demasiado a menudo se puso mucho énfasis en la experiencia/interés personal del alumno, a expensas de la presentación de los *principios* físicos relevantes en el PI. Algunos alumnos presentaron un refrito de física de los libros de texto, sin particularizarlo para el PI en estudio. El desarrollo detallado de la teoría relevante corresponde a un capítulo diferente de la monografía. Los contenidos requeridos en la introducción y en el resumen son diferentes.

C: Investigación

Un número significativo de alumnos presentó una planificación buena o satisfactoria. Entre los puntos débiles estaban la recogida limitada de datos, la física elemental o la teoría simplista basada en una física incorrecta (que debilitaba la argumentación razonada). Se apreciaron grandes esfuerzos en la recogida de un número significativo de datos, aunque se recomienda seguir mejorando en este sentido. Algunas teorías se basaban demasiado en las matemáticas, dejando de lado a la física. No se debería demostrar las ecuaciones bien conocidas, ni dar las definiciones de términos bien conocidos. Sólo debería aparecer en la monografía la física directamente relevante y bien enfocada que resulte esencial para el PI. Demasiado a menudo la planificación no contenía ningún detalle fundamental acerca de las incertidumbres y limitaciones inherentes a las técnicas y los aparatos. A veces, los alumnos pasan a su investigación sin preocuparse demasiado de su objetivo específico. Los mejores alumnos se adaptaron, aprendieron de lo inesperado y refinaron su montaje y su técnica. Otros toleraron serios defectos en su método, relegándolos a la evaluación como excusa (no válida). Algunos alumnos consultaron un muy estrecho rango de fuentes, usualmente basadas en Internet, y otros añadieron una larga lista de referencias no realista. No siempre se comparan los resultados con los valores de textos de referencia. Algunos alumnos que hacían una monografía basada en datos no mostraron comprensión alguna del procedimiento y equipo utilizado para obtener esos datos. Los datos básicos deberían contrastarse y analizarse. Otros alumnos utilizaron equipos especializados en un laboratorio universitario o industrial como “cajas negras”, sin comprender verdaderamente su funcionamiento.

D: Conocimiento y comprensión del tema

El reto es encuadrar la investigación en un contexto académico apropiado. El nivel alcanzado varió ampliamente. A menudo se presentó material de relleno en términos de física elemental, lo cual era una leve indicación de que la comprensión era poco profunda. Por ejemplo, si una monografía involucra algo que hacer con ondas, no se gana nada presentando las definiciones de longitud de onda, frecuencia y velocidad, extraídas de los libros de texto, y derivando, a continuación, la relación entre ellas. También, muchos alumnos vieron la oportunidad de presentar una hipótesis completamente artificial o innecesaria y ello repercutió, demasiado a menudo, en su razonamiento argumental, con lo que la monografía se centró en la hipótesis más que en el PI. Fueron raras las monografías basadas en experimentos que no tuvieran una base teórica, lo que es una mejora significativa respecto a situaciones pasadas. Los alumnos que eligieron temas dentro de los contenidos del programa de física del BI mostraron, en general, una comprensión buena o satisfactoria del área correspondiente al tema. Aquellos alumnos que abordaron áreas no exploradas

requirieron del desarrollo de modelos que están fuera del programa *en sí*, encontrando difícil obtener la máxima puntuación para este criterio; sin embargo, hubo un buen número de intentos exitosos. Aquellos alumnos que utilizaron los resultados de los departamentos de investigación universitarios encontraron dificultades para expresar su conocimiento sin confiar excesivamente en citas y así resultar convincentes al poner de manifiesto su comprensión. Los alumnos capaces pusieron de manifiesto su conocimiento con la ayuda de diagramas personalizados. Los simples refritos de diagramas prestados fueron una característica de las monografías más pobres. A menudo, los diagramas y esquemas resultan esenciales para ilustrar los procesos físicos, por ejemplo diagramas de cuerpo libre. Los temas multidisciplinares pueden dar lugar al desarrollo de retos teóricos y, por esa razón, se deberían evitar.

E: Argumento razonado

Algunos alumnos no lo hizo bien por diferentes razones; por ejemplo, los argumentos, a veces, eran difíciles de esclarecer, las ideas se presentaban con limitaciones o no había continuidad en el razonamiento, solamente se recogía información sin proporcionar un argumento coherente (en monografías basadas en encuestas) o se perdía la perspectiva del objetivo marcado (monografías basadas en experimentos) o, simplemente, faltaban razones del por qué se hacía lo que se hacía o se describían gráficas sin evaluar las razones para ello. Al resolver el PI, los alumnos deben intentar no dejar lagunas en el desarrollo de su argumento. En algunos casos, el argumento derivaba hacia áreas no relevantes para el PI. Cuando los alumnos analicen gráficos deben construir su razonamiento/establecer una correlación paso a paso y no simplemente invitar al lector a hacerlo diciendo “A partir del gráfico se puede ver que...” o “El gráfico muestra una tendencia positiva.” La puntuación máxima exige un **razonamiento riguroso** así como una **buena comunicación**.

F: Aplicación de habilidades de análisis y evaluación apropiadas para la asignatura

Las correlaciones y las incertidumbres fueron el talón de Aquiles de este criterio clave. Un número significativo de alumnos no comprendía “proporcionalidad inversa”, “proporcionalidad directa”. Correlaciones más complicadas fueron raramente comprendidas en detalle.

Demasiado a menudo, los alumnos sugerían una teoría simplista para predecir un resultado y, a continuación, intentaban ajustar los resultados a su predicción y/o hipótesis, cuando claramente los resultados no se ajustaban a la predicción teórica y resultaba evidente una clara (e inesperada) “curva” de tendencia. Los alumnos podrían aún concluir una relación lineal o generar una relación empírica a partir de una hoja Excel. Las barras de error se ignoraron, a menudo, cuando se utilizó Excel para dibujar la línea de mejor ajuste. En este sentido, muchos alumnos pusieron de manifiesto su dependencia de Excel para generar ecuaciones en vez de, digamos, hacer un diagrama logarítmico para encontrar una sencilla relación potencial. Por ejemplo, un alumno podría mostrarse completamente satisfecho con un análisis Excel que proporcionara una relación tal como $y = 12,66 \log x + 84,3922$ o

$$y = 4,3098 x^3 + 2,1 x^2 + 9,6667 x.$$

El software debería usarse para apoyar o invalidar un modelo teórico y no llegar a ser un fin en sí mismo. Algunos alumnos mostraron una excelente comprensión de las incertidumbres y de la propagación del error, mientras que otros fueron víctimas de sus cálculos y de Excel. En general, se mostró una gran conciencia de las incertidumbres (incorporadas en las tablas

de datos, las gráficas y los valores finales), así como una gran sensibilidad hacia las cifras significativas. Sin embargo, globalmente, se tendió a subestimar las incertidumbres. Un número de alumnos consideró equivocadamente que la incertidumbre en una medida es, básicamente, la mitad del menor dígito o división que un aparato puede proporcionar, ignorando el efecto de esta forma de proceder. La incertidumbre en el *valor medio* aún constituye un reto. Muchas gráficas eran demasiado pequeñas para mostrar las barras de error, por lo que los alumnos consideraron que eran despreciables. En algunos casos, la línea de mejor ajuste debe pasar obligatoriamente por el origen (0, 0) por razones físicas. Hubo una tendencia a hacer una lista exhaustiva de las limitaciones de las técnicas y de los procedimientos sin identificar lo esencial, ni su influencia en los resultados. A menudo, no se mencionó la fiabilidad de los datos de interés secundario. Las habilidades analíticas y evaluadoras de muchos alumnos se mostraron por medio de su tabulación de medidas, análisis de datos y tratamiento de incertidumbres. Muchos realizaron correctamente la propagación de errores.

A menudo, no se aprovechan muchas oportunidades para que los alumnos reflejen sus análisis, su pensamiento crítico y sus reflexiones relacionando un enunciado o un valor a un sencillo cálculo o comparación (e.g., “y si...” o “dado..., bajo las condiciones limitadoras de... una cota superior estimada sería...”), una situación comparable (e.g., “esto puede relacionarse con...donde encontramos que...”), una perspectiva alternativa (e.g., dinámica de fuerzas frente a análisis de intercambio energético), una analogía o modelo (e.g., teorías ondulatoria o corpuscular de la luz). Tales planteamientos deberían poner de relieve el pensamiento de los alumnos y qué es de lo que trata el ejercicio.

G: Uso de un lenguaje apropiado para la asignatura

La mayoría de los alumnos hizo un serio esfuerzo para utilizar la terminología apropiada, identificando términos inusuales, definiendo claramente los símbolos y dando las unidades. Desafortunadamente, algunos alumnos no utilizan unidades del SI. Hubo algunas faltas de precisión al describir las formas de curvas como lineal, exponencial, proporcional a, etc. Expresiones tales como “directo”, “positivo”, “directo positivo” y “negativo” resultaban vagas e indefinidas. Los diagramas, herramientas poderosas y *eficaces* para utilizar en descripciones y explicaciones, se descuidaron con demasiada frecuencia. A menudo resultan necesarios para ilustrar procesos físicos. Algunas gráficas resultaban demasiado atiborradas y a muchos colores, haciendo difícil su lectura e interpretación. Se insertaron algunos diagramas innecesarios tomados de Internet o de otras fuentes, sin dar una explicación completa de ello ni de toda la información que contenían. A menudo resulta preferible dibujar diagramas propios, una habilidad en peligro de extinción. Los diagramas, las fotografías (a menudo inútiles), las tablas de datos y los gráficos no siempre resultaron claros y completamente rotulados con títulos, unidades y símbolos de identificación, por lo que empobrecían la comunicación. Resultó algo corriente la falta de estilo al escribir los valores y las cantidades correspondientes, con sus unidades e incertidumbres. Por ejemplo, la unidad de rapidez es $m\ s^{-1}$ y no ms^{-1} pues ms es milisegundo. Sería una buena táctica seguir las convenciones adoptadas por la IBO o remitirse a la **Organización Internacional para la Normalización (ISO)**¹. A menudo, las ecuaciones, las tablas y las gráficas no estaban numeradas y no se hacía referencia a ellas por su numeración en el texto. Tal presentación cuidadosa está en línea con el lenguaje científico y resalta su claridad y precisión.

¹ <http://physics.nist.gov/cuu/Units>

H: Conclusión

La conclusión debería sintetizar los hechos establecidos teniendo presente el PI. La mayoría de los alumnos lograron un nivel satisfactorio o bueno. Muchas conclusiones eran pobres, limitadas o incompletas, y los alumnos repetían los argumentos y las explicaciones precedentes. En general, se reconocieron correctamente las preguntas sin resolver y las limitaciones del procedimiento experimental; a veces, las sugerencias resultaban absurdas o se incluían preguntas nuevas no planteadas en toda la monografía. Se debe tomar y mantener una posición clara y firme cuando no pueda alcanzarse realmente una conclusión en línea con la PI. Las conclusiones tendían a ser sensatas y modestas.

I: Presentación formal

El rendimiento varió entre satisfactorio (2) y excelente (4) en la mayoría de los casos. Los alumnos hicieron serios esfuerzos para mejorar su presentación, por lo que lograron buenos resultados. Lamentablemente, algunos alumnos perdieron puntos innecesariamente. A menudo, la bibliografía no se completó correctamente: sólo (y exclusivamente) deberían aparecer en la bibliografía las referencias citadas en el núcleo de la monografía. Las citas en el núcleo deberían traer aparejados detalles, posiblemente como notas a pie de página. Hay una clara tendencia a abusar seriamente del apéndice, que **no** es una parte esencial de la monografía. La monografía debería estar completamente terminada y ser totalmente comprensible sin la ayuda de un apéndice. Muy a menudo, el plan seguido es el mismo plan utilizado para los informes de laboratorio, como parte de la Evaluación Interna. El plan de la Monografía debería ser **diferente** y se corresponde con el plan y el estilo de los artículos científicos. La relación del equipo debería reemplazarse por diagramas claros y completamente rotulados que, a menudo, son mucho mejores que las fotografías poco claras/no rotuladas. Una gran mayoría de los Índices eran más bien genéricos que específicos. Muchos títulos podrían haber sido más *precisos*. Cuando aparezcan involucradas 2 o 3 manipulaciones diferentes, el primer experimento debería completarse, incluido el análisis y las conclusión, antes de pasar al siguiente. Se han observado grandes mejoras en lo que respecta a la presentación formal.

Cuando se utilice una nota a pie de página para identificar una fuente, el alumno debería asegurarse de que el número (superíndice) no se confunda con el exponente de una ecuación.

J: Resumen

Los elementos, a veces omitidos, fueron la conclusión o el cómo se realizó la investigación.

A menudo, fueron poco claros o incompletos (detalles insuficientes). Algunos resúmenes estaban en el límite de palabras. La más amplia mayoría de los alumnos debería ser capaz de obtener la máxima calificación en este criterio.

K: Valoración global

Sin duda, la determinación y el entusiasmo estaban presentes, pero la creatividad tendió a ser reemplazada por búsquedas en Internet. Se presentaron varios temas creativos, ingeniosos e interesantes. Muy pocos alumnos pasaron demasiado tiempo construyendo aparatos o acumulando datos, por lo que les faltó tiempo para hacer un análisis apropiado.

Recomendaciones para la supervisión de futuros alumnos

Los supervisores deberían

- Asegurarse de que los alumnos están **familiarizados** con todos los criterios y su interpretación. Por medio de la aplicación automática de los requisitos de los criterios “técnicos” (A, B, H, I y J), los alumnos deberían alcanzar al menos 10 puntos, siguiendo tan sólo el procedimiento correcto.
- Jugar un papel **esencial**, ayudando a los alumnos a elegir un **tema** y una pregunta de investigación relevante para la física y apropiada para sus destrezas y capacidades. Obviamente, esto es de importancia crítica y esencial. Para la mayoría de los alumnos, esta es la primera monografía científica que investigarán y redactarán. La orientación es una condición *sine qua non* para la mayoría de los alumnos. La ambición y el entusiasmo de los alumnos necesita modularse o templarse con prudencia. Debería mostrarse una atención extra antes de la elección de un tema completamente teórico. Es necesario que un tema sea asequible desde el escueto resumen teórico hasta un cuidadoso diseño de la PI y su estudio. Se deberían evitar a toda costa las monografías puramente empíricas. En general, resulta muy triste cuando los alumnos se colocan en disposición de fracasar. Las mejores monografías constituyen una aventura por lo desconocido.
- Se han presentado algunas monografías excelentes basadas en datos (meteorológicos para energía solar, astronómicos para estimación de parámetros, etc.). Había trabajos interesantes y bien enfocados llevados a cabo a partir de datos proporcionados por organismos externos. Esto proporciona estupendas oportunidades para estudiar algunos temas a nivel de “sistema”, correlacionando datos “de macroperspectiva” con modelos a gran escala.
- Intervenir rápidamente para evitar un **error desastroso** sea teórico, experimental o numérico. En una monografía de años anteriores, un alumno calculó $(v_2 - v_1)^2$ en vez de $v_2^2 - v_1^2$ al determinar cambios en la energía cinética. El muy negativo impacto de tal error sobre el análisis y la evaluación puede imaginarse fácilmente. Este tipo de error no debería ser corregido al alumno por el supervisor, pero es completamente lícito sugerirle que revise de nuevo sus cálculos.
- Seguir de cerca el progreso del alumno, enfocar la PI y brindar **apoyo** y ánimo.
- Animar el trabajo preliminar, **practicar** con vistas a la monografía (**no** para incluirlo en ella).
- Invitar a los alumnos a *pensar* con claridad mientras que llevan a cabo el trabajo práctico; la monografía no consiste solo en pensar en la fase de redacción.
- Invitar al alumno a leer anticipadamente algunos buenos ejemplos de **artículos científicos**. Los alumnos aprenderán la naturaleza de la narración científica resaltando los pasos a considerar para controlar y medir las variables en lugar de presentar listas exhaustivas de materiales o detalles irrelevantes en lo que concierne a los pasos, instrucciones procedimentales tipo receta i.e. “Fijar el muelle con una abrazadera” o “Poner en funcionamiento el cronómetro”. Un diagrama del montaje, rotulado científicamente, es la manera de proceder. Un artículo científico ilustrará el contexto general y resumido que será suficiente para un lector que intente reproducir

el experimento. También pondrá de manifiesto cómo el texto hace referencia a los diagramas o a las figuras numeradas, a la numeración de gráficas o ecuaciones, ayudando así al lector a seguir el argumento.

- aconsejar al alumno fuentes adecuadas que traten las **incertidumbres**, los errores, la propagación de errores, la incertidumbre de la media,... esenciales para tenerlas presentes, no necesariamente con el nivel de profundidad de la estadística sofisticada.
- Ayudar en la **presentación** de la monografía e.g. referencias claras y citas (notas a pie de página en el núcleo del ensayo), diagramas rotulados eficaces, *índice* específico (muchos son genéricos), organización de la monografía que **no** debería ser un informe de laboratorio de El (capítulos con títulos, ecuaciones numeradas, tablas de datos y gráficas, con subtítulos...), estilo adecuado (evitar el uso del yo, mi, yo mismo y detalles personales irrelevantes). Estricto orden lógico. Símbolos definidos y coherentes. Barras de error en las gráficas. Mostrar las unidades. Se recomienda que los alumnos consulten las pautas de escritura de la **Organización Internacional para la Normalización (ISO)**² y la **Guía NIST del SI**³.
- Recordar a los alumnos que los diagramas de cuerpo libre, los diagramas de flujo de energía, las representaciones de objetos (e.g., planos aerodinámicos, bicicletas) o de montajes experimentales pueden utilizarse para explicar cosas de manera más fácil, más compacta y más clara. En verdad, los alumnos tienden a confundirse o a cometer errores de exposición si el número de palabras es excesivo.
- Hay un rápido crecimiento en el uso de la toma de datos por ordenador y del software gráfico. Aunque estemos a favor de ello, es importante que los alumnos reconozcan y hagan comentarios sobre ejemplos de incertidumbres porcentuales (y Nyquist), aliasing, y el uso de FFT (si se utiliza). Estos sistemas de caja negra son flexibles, sofisticados y constituyen herramientas fáciles de usar, pero los alumnos deben tener, al menos, una comprensión funcional de lo que hacen y de sus limitaciones. Se trata de una nueva alfabetización computacional.
- Las referencias a la Web son ubicuas. Lo ideal sería que los colegios jugaran un papel en el diseño de un currículo enfocado explícitamente hacia la alfabetización informativa. Eso ayudaría a los alumnos a lograr ser mejores buscadores de información, analistas y evaluadores. Se trata de otra no tan nueva alfabetización que resulta vital en un mundo no solo de silos de información y penuria, sino de sobrecarga de información.
- Recordar a los alumnos que las buenas monografías **no precisan** de una hipótesis o de un apéndice. (Los examinadores no tiene que leer el apéndice). Además, calidad y profundidad resultan superiores a cantidad y superficialidad.
- Asegurar la **autenticidad** del trabajo del alumno.

² <http://www.springer.com/cda/content/document/>

³ <http://physics.nist.gov/cuu/Units>

Se anima a los supervisores a escribir unos comentarios en la cubierta sobre la motivación, la perseverancia, la autoconfianza, la iniciativa intelectual, la perspicacia y profundidad comprensiva, la originalidad y la creatividad de su alumno.